

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-248584  
(P2002-248584A)

(43)公開日 平成14年9月3日(2002.9.3)

(51)Int.Cl.  
B 23 K 20/12  
C 23 C 14/34  
G 02 F 1/1343  
// B 23 K 101:14

識別記号  
310

F I  
B 23 K 20/12  
C 23 C 14/34  
G 02 F 1/1343  
B 23 K 101:14

テーマコード(参考)  
2 H 0 9 2  
C 4 E 0 6 7  
4 K 0 2 9

審査請求 未請求 請求項の数25 O.L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願2001-153962(P2001-153962)  
(22)出願日 平成13年5月23日(2001.5.23)  
(31)優先権主張番号 特願2000-390165(P2000-390165)  
(32)優先日 平成12年12月22日(2000.12.22)  
(33)優先権主張国 日本 (JP)

(71)出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(71)出願人 000005120  
日立電線株式会社  
東京都千代田区大手町一丁目6番1号  
(72)発明者 岡本 和孝  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株  
式会社日立製作所日立研究所内  
(74)代理人 100074631  
弁理士 高田 幸彦 (外1名)

BEST AVAILABLE COPY

最終頁に続く

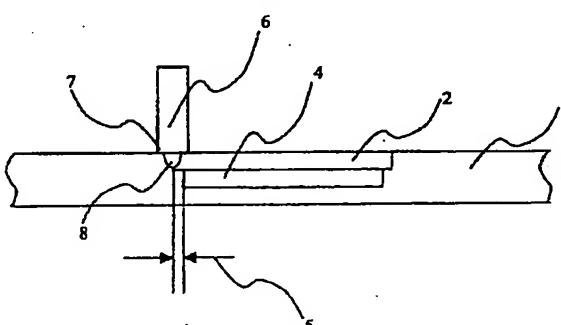
(54)【発明の名称】 冷却板とその製造方法及びスパッタリングターゲットとその製造方法

(57)【要約】 (修正有)

【課題】冷却効率が高く、又、熱歪みが小さく、薄型で、大面積形状の冷却板とスパッタリングターゲットの製造方法を提供する。

【解決手段】本体1内部に冷媒の通路となる溝4を有し、溝4が溝4より幅の大きい蓋2で覆われており、蓋2が本体1に摩擦攪拌接合により接合されており、又、該接合によって形成された接合ビードが本体1内に形成されていることを特徴とする冷却板があり、更に、本体内部に冷媒の通路となる第1の溝と、溝より幅が大きく第1の溝に蓋を載置する第2の溝とを有し、第2の溝に蓋を載置し本体1に接合する冷却板の製造方法において、蓋と本体と1をショルダー7及びピン8を有する回転ツール6の挿入による摩擦攪拌接合により接合すると共に、接合によって形成される接合ビードを通路の外になるように前記接合を行うことを特徴とする。

図2



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝が該溝より幅の大きい蓋で覆われており、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており、該接合によって形成された接合ビードが前記通路の外側にあることを特徴とする冷却板。

【請求項 2】本体内部に複数本の独立した冷媒の通路となる、閉じた経路の溝を有し、該溝が蓋で覆われており、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており、該接合によって形成された接合ビードが前記通路の外側にあることを特徴とする冷却板。

【請求項 3】本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝が蓋で覆われており、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており、該接合によって形成された接合ビードの少なくとも終端が接合部以外の前記本体内に形成されていることを特徴とする冷却板。

【請求項 4】本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝が該溝より幅の大きい蓋で覆われており、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合と溶融溶接とにより接合されており、該接合によって形成された接合ビードが前記通路の外側にあることを特徴とする冷却板。

【請求項 5】本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝の内部には1個以上のフィンを有し、該溝が該溝より幅の大きい蓋で覆われ、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており、該接合によって形成された接合ビードが前記通路の外側にあることを特徴とする冷却板。

【請求項 6】本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝が蓋で覆われており、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており、前記通路が前記本体内で閉じた経路となっていることを特徴とする冷却板。

【請求項 7】本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝が蓋で覆われており、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており、前記通路を形成する部分に空気孔が設けられていることを特徴とする冷却板。

【請求項 8】本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝が蓋で覆われており、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており、ショルダー及びピンを有する回転ツールの挿入による摩擦攪拌接合により接合すると共に、該接合の接合ビードの少なくとも終端が前記接合部以外であることを特徴とする冷却板。

【請求項 9】本体内部に冷媒の通路となるU字型溝を幅1m当たり2個以上有し、該溝が蓋で覆われており、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており、前記通路が前記本体内で閉じた経路となっていることを特徴とする冷却板。

【請求項 10】長尺平板の本体内部に冷媒の通路となる縦長のM字型溝を有し、該溝が蓋で覆われており、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており、前記通路が前記本体内で閉じた経路となっていることを特

## 徴とする冷却板。

【請求項 11】請求項1～10のいずれかに記載の冷却板の上にスパッタリング用ターゲット材が接合されていることを特徴とするスパッタリングターゲット。

【請求項 12】本体内部に冷媒の通路となる第1の溝と、該溝より幅が大きく前記第1の溝に蓋を載置する第2の溝とを有し、前記第2の溝に前記蓋を載置し、前記本体に接合する冷却板の製造方法であって、前記蓋と本体とをショルダー及びピンを有する回転ツールの挿入による摩擦攪拌接合により接合すると共に、該接合によって形成される接合ビードを前記通路の外になるように前記接合を行うことを特徴とする冷却板の製造方法。

【請求項 13】本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝に蓋を接合する冷却板の製造方法において、前記蓋と本体とをショルダー及びピンを有する回転ツールの挿入による摩擦攪拌接合により接合すると共に、前記回転ツールを左回転するとき前記溝を接合の進行方向に対して左側とし、前記回転ツールを右回転するとき前記溝を接合の進行方向に対して右側とすることを特徴とする冷却板の製造方法。

【請求項 14】本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝に蓋を接合する冷却板の製造方法において、前記蓋と本体とをショルダー及びピンを有する回転ツールの挿入による摩擦攪拌接合により接合すると共に、前記回転ツールの中心を、前記溝の端から前記ピンの半径以上離れた位置に設定することを特徴とする冷却板の製造方法。

【請求項 15】本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝に蓋を接合する冷却板の製造方法において、前記蓋と本体とをショルダー及びピンを有する回転ツールの挿入による摩擦攪拌接合により接合すると共に、前記回転ツールの接合方向が曲線部を通過する際、前記回転ツールの曲がる接合方向は前記回転ツールの回転方向と逆方向であることを特徴とする冷却板の製造方法。

【請求項 16】本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝に蓋を接合する冷却板の製造方法において、前記蓋と本体とを摩擦攪拌接合により接合すると共に、該接合の折り返しとなる接合を2つの直線での接合とすることを特徴とする冷却板の製造方法。

【請求項 17】本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝に蓋を接合する冷却板の製造方法において、前記本体及び蓋との接合部に他の部分より厚い突起を有し、該突起部にショルダー及びピンを有する回転ツールの挿入と移動による摩擦攪拌接合により接合することを特徴とする冷却板の製造方法。

【請求項 18】本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝を蓋で覆う冷却板の製造方法において、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており、前記蓋と本体とを摩擦攪拌接合により接合するとともに、前記通路を形成する部分に空気孔が設けられていることを特

とする冷却板の製造方法。

【請求項19】本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝を蓋で覆う冷却板の製造方法において、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており、前記蓋と本体とをショルダー及びピンを有する回転ツールの挿入と移動による摩擦攪拌接合により接合するとともに、前記接合の少なくとも終了部を前記接合部以外に形成することを特徴とする冷却板の製造方法。

【請求項20】請求項12～19のいずれかにおいて、前記本体と蓋をあらかじめショルダーのみを有する回転ツールの挿入による摩擦攪拌接合により部分的に仮接合した後、次いで、接合部全体を摩擦攪拌接合により接合することを特徴とする冷却板の製造方法。

【請求項21】請求項12～20のいずれかにおいて、前記本体と蓋をあらかじめ溶融溶接又は摩擦攪拌接合により部分的に仮接合した後、次いで、接合部全体を摩擦攪拌接合により接合することを特徴とする冷却板の製造方法。

【請求項22】請求項12～21のいずれかにおいて、水、オイル及び不活性ガスのいずれかの冷却剤中、又は接合部及び前記回転ツール内を前記冷却剤によって強制的に冷却しながら接合することを特徴とする冷却板の製造方法。

【請求項23】請求項12～22のいずれかにおいて、前記本体と蓋との接合部の前記ピンの挿入側に突起を有することを特徴とする冷却板の製造方法。

【請求項24】請求項12～23のいずれかにおいて、前記接合部の接合ビード部表面が前記ショルダーの押圧によって凹んでいることを特徴とする冷却板の製造方法。

【請求項25】冷却板上にスパッタリング用ターゲット材を接合するスパッタリングターゲットの製造方法において、前記冷却板を請求項12～24のいずれかに記載の製造方法によって製造することを特徴とするスパッタリングターゲットの製造方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は新規な冷却板とその製造方法及びスパッタリングターゲットとその製造方法に係り、バッキングプレートとその製造方法及びスパッタリングターゲットとその製造方法に関する。

##### 【0002】

【従来の技術】冷却板は工業的に広く利用されているが、効率的な冷却機能が必要である。例えばスパッタリング装置では、ターゲット材で発生する熱を効率的に放散することが、得られる薄膜の性能に影響を及ぼす。特に液晶製造装置用のスパッタリング装置の場合、大面積のターゲット材が用いられ、発せする熱も大きい。このため銅または銅合金またはアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる平滑な板の内部に水路を有し、これを

蓋で覆い、金属的に接合して密閉する構造のバッキングプレートを冷却板として用いる。従来、バッキングプレートの本体と蓋の接合は、電子ビーム溶接、拡散接合、ろう付け法などにより金属的に接合されて作製されている。またバッキングプレートの他にも、各種の水冷ジャケットや水冷チルなどが放熱板として用いられており、いずれも前記バッキングプレートと同様に内部に水路を有する構造となっている。

【0003】又、液晶製造装置用として使用するバッキングプレートは、スパッタリング工程においてターゲット材を保持し、かつ効率的な冷却機能が必要である。このため銅または銅合金またはアルミニウムまたはアルミニウム合金からなる平滑な板の内部に冷却用の水路を有し、これを蓋で覆い、金属的に接合して密閉する構造となっている。従来、前記バッキングプレートの本体と蓋の接合は、電子ビーム溶接、拡散接合、ろう付け法などにより金属的に接合されて作製されている。

【0004】このバッキングプレートの製造については、特開平2000-73164号公報があり、この公報には、板状のベース部に、内部に冷媒通路を有する板状の冷却部が摩擦攪拌接合によって一体に接合するバッキングプレートが示されている。

##### 【0005】

【発明が解決しようとする課題】バッキングプレートは冷却効率を高める必要があり、前記ターゲット材などと接触する前記バッキングプレートの表面は高い平坦度と平滑度が要求される。前記バッキングプレート本体と水路を覆う蓋の接合は、従来、電子ビーム溶接、レーザー溶接、拡散接合、ろう付け法などで行われている。しかしこれらの溶接法はいずれも接合後の熱歪みが大きく、接合後の修正作業または機械切削により表面を平滑にする必要があり、品質、精度、更に生産性、コストの点で問題があった。

【0006】更に、上述の公知例においては、冷媒通路を有する板状の冷却部の上に設けられた板状のベース部を介してターゲットが設けられる構造が示されており、直接的な冷却が得られないだけでなく、コンパクトな冷却通路の形成が得られないものである。

【0007】本発明の目的は、冷却効率が高く、又、薄型で、大面積形状の冷却板とその製造方法及びスパッタリングターゲットとその製造方法を提供するにある。

##### 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明は、本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝が該溝より幅の大きい蓋で覆われており、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており、該接合によって形成された接合ビードが前記通路の外側にあることを特徴とする冷却板にある。

【0009】更に、本発明は、本体内部に複数本の独立した冷媒の通路となる溝を有し、該溝が蓋で覆われてお

り、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており、該接合によって形成された接合ビードが前記通路の外側にあることを特徴とする冷却板にある。

【0010】又、本発明は本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝が蓋で覆われており、前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており、該接合によって形成された接合ビードの少なくとも終端が接合部以外の前記本体内に形成されていること、又本体内部に冷媒の通路となる溝を有し該溝が該溝より幅の大きい蓋で覆われており、前記蓋が前記には1個以上のフィンを有し該溝が該溝より幅の大きい蓋で覆われ前記蓋が前記本体に摩擦攪拌接合により接合されており該接合によって形成された接合ビードが前記通路の外側にあること、又前記通路が前記本体内で閉じた経路となっていること、又前記通路を形成する部分に空気孔が設けられていること、又該接合の接合ビードの少なくとも終端を前記接合部以外にすること、のいずれか、又はこれらの組み合せから成ることを特徴とする冷却板にある。

【0011】特に、本発明は、閉じた水路としての経路を持った溝が形成された本体に対してその溝を塞ぐ蓋を溝内に嵌め込んで接合するので、突合させ部の互いの広がりが無く、良好な接合返えられると共に、本体自身が一体のものであり、余分な接合のないで、面積に関係なく大面積でも薄型のコンパクトな冷却板が得られるものである。

【0012】前記水路は、I字型、U字型、S字型、M字型、円型及び螺旋型の少なくとも一つであり、これらが1本又は複数本あることが好ましい。各水路は閉じた流路を有するので、各流路には入り口と出口とが有り、複数本の流路では入り口と出口とはお互いに並列的な結合によって冷却板全体として均一な冷却ができる。より均一な冷却が出来る流路の接続することが好ましい。

【0013】前記本体及び蓋が銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金、チタン、ステンレス鋼のいずれかから成ることが好ましいが、前者の熱伝導の高いのがより好ましい。

【0014】本発明は、本体内部に冷媒の通路となる第1の溝と、該溝より幅が大きく前記第1の溝に蓋を載置する第2の溝とを有し、前記第2の溝に前記蓋を載置し前記本体に接合する冷却板の製造方法において、前記蓋と本体とをショルダー及びピンを有する回転ツールの挿入による摩擦攪拌接合により接合すると共に、該接合によって形成される接合ビードを前記通路の外になるように前記接合を行うことを特徴とする。前記接合方法は、銅またはアルミの融点以下の温度で接合ができる。さらに前記接合は水、オイル、不活性ガスなどの冷却剤のなかでまたは接合部近傍に前記冷却剤をかけて強制的に冷却しながら接合する。

【0015】本発明の摩擦攪拌接合法は、実質的に前記アルミニウムまたは銅合金よりも硬い材質のショルダー

及びピンを有する回転ツールの挿入と移動による回転ツールを回転させながら挿入し、被接合材と相対的に移動させることにより、前記回転ツールと前記接合材との間で発生する摩擦熱と塑性流動を利用して接合する方法である。これは特公表7-505090号公報等で知られている。つまり前記回転ツールと被接合材との摩擦熱による塑性流動現象を利用したものであり、アーク溶接や電子ビーム溶接などの従来の溶接法とは異なり、被接合材を溶かして接合(溶接)するものではない。さらに摩擦攪拌接合法は、従来の摩擦溶接法のように加工物同士を回転させてその摩擦熱により接合する方法とは異なり、加工物を接合線長手方向に連続的に接合材の融点以下で接合できる方法である。

【0016】前記摩擦攪拌接合法では、接合材の融点以下の低温で接合できるため、従来の溶接法に比べて接合による歪みが小さく、精度の高い冷却板を製造できる。したがって接合後の修正作業行程が簡略化でき、修正作業時間の短縮により低コスト化も図れる。

【0017】更に、接合方法は水、オイル、不活性ガスなどの冷却剤の中または接合材近傍に前記冷却剤をかけながら接合できる。このとき接合部から数ミリ離れた位置での温度上昇は小さくすることが可能であり、接合後の熱歪みが極限まで小さくできる。したがって前記シリコンウエハと接触する面が平滑かつ高精度にでき、信頼性の高いパッキングプレートの製造が可能となる。

【0018】即ち、本発明は、銅または銅合金あるいはアルミニウムまたはアルミニウム合金で、本体と蓋からなり、内部に冷却用水路を有し、前記水路は蓋で覆われており、前記蓋は本体と金属的に接合されているパッキングプレートの製造方法において、前記蓋と本体は摩擦攪拌接合により接合されていることを特徴とする。

【0019】摩擦攪拌接合に用いるショルダーおよびピンからなる回転ツールは左回転する場合、水路は回転ツールの進行方向に対して左側にあることが好ましい。また回転ツールが右回転ならば、水路は右側がよい。回転ツールが左回転の場合、非常に微細な欠陥がまれに回転ツールの進行方向に対して右側に発生する。このとき水路が右側にあると水路の壁面近傍に欠陥ができることがある。ところが水路が左側にあれば、欠陥は本体の内部に生じ、水路近傍には欠陥は生じない。もちろん回転ツールが右回転の場合はこれを逆に考えればよい。

【0020】又、摩擦攪拌接合に用いるショルダーおよびピンからなる回転ツールの中心は、水路からピン部の最大半径以上離れた位置にあるといい。すなわち摩擦攪拌接合では加工物は回転ツールから約10kNの下向き荷重を受ける。水路上の蓋に回転ツールがあると、この荷重により銅などは座屈して変形し、水路に肉が逃げ、接合がうまくできない。なお一般的な場合として、水路の形状は深さ5mm、幅50mm程度であり、蓋の厚さは約5mmである。

【0021】冷却用の水路を覆う蓋は、水路よりも一回り大きく、本体とインロー構造になっている。前記蓋は機械加工により作製され、本体にはめ込みやすくするためにコーナー部には3Rから10R(単位はmm)程度の曲線部が設けられている。摩擦攪拌接合で本体と蓋を接合する際、このような曲線を接合することが必要となる。前述したように、例えば回転ツールが左回転をする場合、欠陥はまれに回転ツール進行方向に対して右側に生じる。すなわち曲線部を通過する際は、回転ツールの右側の欠陥をなくすために相対的に右側の接合領域を小さくすることが必要となる。したがって回転ツールが平面曲線部(R部)を通過する際、その曲がる方向は回転ツールの回転方向と逆方向がよい。

【0022】一般的に摩擦攪拌接合では、回転ツールを進行方向に対してやや後方に傾けて接合する。パッキングプレートの接合は、2次元平面の接合であるため、回転ツールの後退角が常に接合方向に対して一定となるようく制御する必要がある。このため接合装置としてはその制御軸を1つ有する必要がある。ところが本発明によれば、回転ツールは必ずしも後退角を持つ必要はなく、すなわち回転ツールは接合材に対して常に垂直であっても品質の良い接合が可能であり、これにより装置の簡略化が可能となる。また回転ツールに後退角を持たせた場合でも、直線及び曲線となる接合部をすべて直線のみで接合することも可能である。即ち、直線部から折り返しとなる平面曲線部(R部)を2本の直線形態で接合する方法も可能である。

【0023】又、摩擦攪拌接合では回転する回転ツールを言わば強引に加工物に対して移動するため、加工物は回転ツールから大きな力を受ける。このため加工物を強固に固定しておく必要がある。パッキングプレートの場合、その形状にもよるが、本体の固定は比較的容易である。しかしながら蓋の固定は水路が蛇行して複雑形状のため比較的難しい。そこであらかじめ蓋と本体を仮付けする必要がある。仮付けは本接合と異なり、接合部分が少なく、入熱も大きくないため、従来の溶接方法でもよい。しかし好ましくは、摩擦攪拌接合することが望まれる。これはプロセスの複数化によるコスト高に繋がるためである。すなわち、まずショルダーのみで構成される回転ツールを回転させながら接合部に挿入する。このときの挿入量はこのあと本接合するときのショルダー挿入量よりも小さくする必要がある。

【0024】この後、回転ツールを引き抜き、これを何点かに施す。これにより接合部は表面部のみ接合される。仮付けを行った後、回転ツールを取り替えて本接合する。

【0025】本発明は、本体内部に冷媒の通路となる溝を有し、該溝に蓋を接合する冷却板の製造方法において、前記本体及び蓋との接合部に他の部分より厚い突起を有し、該突起部にショルダー及びピンを有する回転ツ

ールの挿入と移動による摩擦攪拌接合により接合すること、又前記蓋と本体とを摩擦攪拌接合により接合するとともに、前記通路を形成する部分に空気孔が設けられていること、又前記蓋と本体とをショルダー及びピンを有する回転ツールの挿入と移動による摩擦攪拌接合により接合するとともに、前記接合の少なくとも終了部を前記接合部以外に形成すること、又前記本体と蓋をあらかじめショルダーのみを有する回転ツールの挿入による摩擦攪拌接合により部分的に仮接合した後、次いで、接合部全体を摩擦攪拌接合により接合することを特徴とする冷却板の製造方法にある。

【0026】本体及び蓋との接合部に他の部分より厚く形成した突起は、接合に際し、ショルダーとピンとを有する回転ツールの挿入によって接合部に凹部が形成されるので、この凹部の凹み深さを平板部よりも高くなる厚さにして接合後の切削加工において平板部での切削を無くすようにするものである。

【0027】通路を形成する部分に空気孔を設けることにより接合の際に、蓋を溝に設置する時、回転ツールの挿入による接合の時に溝内の空気を外に逃がし、健全な接合が出来るようになるものである。本発明における溝は、冷却板本体内部で閉じた流路を形成するものであり、蓋は溝の平面形状と同じものを用いるのがこのましく、そのため互いにぴったり一致しているものである。そのため空気抜けが必要である。

【0028】接合部の終端部は、回転ツールの挿入孔が形成されるので、その終端部を接合部以外の冷却板本体内部に誘導してその部分に回転ツールの挿入孔が形成されることによって健全な接合ができるものである。

【0029】従来の電子ビーム溶接などでは、接合後の接合部の変形量が大きいため、接合後に反りを矯正した後パッキングプレートの表裏面を研削する。摩擦攪拌接合による接合を用いた場合、接合後の変形は抑制できるため、前述のように工程数が削減でき、低コスト化が可能である。しかし摩擦攪拌接合により接合した接合部では、回転ツールを接合部に挿入したまま接合するため、接合部の近傍でバリが発生し、接合部は他の部分に比べて薄肉化する。接合のままでは、表面の平滑性は完全ではなく、いずれの場合も表面研削は必要となるが、本体および蓋の接合部は局部的に厚い構造であれば、接合後の接合部の厚さは他の部分とほぼ同等とすることが可能であり、接合後の表面切削代を減少することが可能となり、製造コストの低減に繋がる。

【0030】摩擦攪拌接合は、回転ツールを接合部に押し当てて、回転ツールと接合部に発生する摩擦熱を利用して回転ツールを接合部に押込み、回転ツールを移動して塑性流動を起こして素材を攪拌し、固相接合するものである。ここで問題となることは、回転ツールを接合部に挿入または移動するときに発生する抵抗力が約10kN以上と大きいことである。このためこの力に耐える接合物

の構造と接合物自体の拘束が必要となる。パッキングプレートの場合、その形状にもよるが、本体の固定は比較的容易である。しかしながら蓋の固定は冷却孔が蛇行して複雑形状のため比較的難しい。

【0031】そこであらかじめ蓋と本体を仮付けする必要がある。仮付けは本接合とは異なり、接合部分が少なく、入熱も大きくないため、従来の溶接方法でもよい。しかし好ましくは、摩擦攪拌接合することが望まれる。これはプロセスの複雑化による製造コストの上昇に繋がるためである。すなわち本体と蓋をあらかじめ摩擦攪拌接合によりショルダーのみからなる回転ツールを回転させながら接合部に挿入する。このときの挿入量はこのあと本接合するときのショルダー挿入量よりも小さくする必要がある。

【0032】この後、回転ツールを引き抜き、これを何点かに施す。これにより接合部は表面部のみ接合される。仮付けを行った後、回転ツールを取り替えて本接合する。またパッキングプレートの本体および蓋の接合部のうち、曲線接合部のみを既存の溶接法で行うことにより、摩擦攪拌接合する部分は直線部のみとなる。こうすることにより、摩擦攪拌接合装置の軸構成は簡略化され、装置コストの低減が可能である。

【0033】さらに摩擦攪拌接合では、接合の開始点と終了点は他の定常状態での接合部と入熱や幾何学的な相違がある。開始点では回転ツールを接合部に言わば強引に挿入するため、回転ツールが受ける抵抗力が大きく、入熱も大きくなる。開始点での抵抗力を低減するため、あらかじめ回転ツール挿入部にピンよりやや小さい穴を空けておくことも対策の一つである。また終了点では前述のようにピンと同等の容積の穴が空く。したがって、接合の開始点または終了点は、冷却孔から離れた本体または別途準備したダミー部にすることでこれらの問題は解決できる。

【0034】パッキングプレートはその用途により種々の大きさのものがある。例としては大型フラットパネル液晶ディスプレー用のスパッタ装置用パッキングプレートの場合、面積が約1m<sup>2</sup>以上となる。この場合には高さ5mm、幅50mm程度の冷却孔が蛇行して4~5本配置するのが好ましい。このように大型のパッキングプレートでは、接合部の長さが長く、1本の回転ツールで1ヶ所づつ接合を行うより、複数の回転ツールにより同時に、または接合進行方向に対して複数の回転ツール間に一定の距離を設けて接合することが望ましい。また複数の回転ツールは互いに交差する方向に移動して接合することで、各回転ツールを制御する軸構成が簡略化され、接合装置の低コスト化が可能となる。ターゲットは冷却板に対してどちらの面でも、製造後の曲がりをプレス成形し、次いで研削、研磨によって平滑に仕上げる事が出来るので、どちらの面でもよいが、接合面とは反対側がよい。

【0035】これまで、摩擦攪拌接合を用いて製造され

た製品は、例えば鉄道車両、船舶、ロケット燃料タンクなどがある。これらの製品はいずれもアルミ製のものである。パッキングプレートはアルミ製、銅製などあるが、熱効率の面から熱伝導率に優れた銅合金が主流となっている。銅の場合、アルミに比べて融点が高く強度も高いため、摩擦攪拌接合を行う場合には、攪拌部の温度を約700℃程度まで昇温する必要がある。ちなみにアルミの場合は融点が低く、強度も低いため、高々450℃程度でよい。

【0036】銅製パッキングプレートを摩擦攪拌接合で製造するとき、前述のように接合部温度が高温になるため、いくつかの問題点が生じる。これは素材が銅故の課題である。まず問題となるのは、接合温度が高いため、回転ツール自体の温度も高温となり、回転ツールを回転するモーターやスピンドルも熱伝達により高温となることである。回転ツール自体の消耗もあるが、むしろ装置の消耗が問題である。接合を完全に行うためには、接合部の温度は低下することはできない。したがって回転ツールと接合部の摩擦熱を装置側に伝達させないため、回転する回転ツールに冷却剤を吹付けながら接合することが必要となる。これによりスピンドルへの熱伝達は顕著に抑制され、装置の長寿命化を達成できる。

【0037】また大型のパッキングプレートの場合、接合長が長くなり発熱量も大きくなる。このときパッキングプレートを保持するテーブルへも熱が伝達し、テーブルを駆動する部位の特に周動部の潤滑剤の消耗が問題となる。そこでテーブル等の装置側への熱伝達を抑制するため、パッキングプレートをこれとは別のヒートシンク上に乗せたまま接合することが望ましい。さらに前述の回転ツール寿命を考慮すると、1つの回転ツールで長距離を接合するのではなく、1つの水路を覆う蓋と本体を1つの回転ツールで接合し、回転ツールを取り替えた後、次の接合を行うことが望ましい。これにより始めに使用した回転ツールは、他の回転ツールで接合している間に十分に冷却され、回転ツールの寿命延長が達成される。

【0038】また前述のように、摩擦攪拌接合では接合部近傍にバリが発生する。すべての接合が終了した後、回転ツールを接合用のものから切削用のものに取替え、接合部に発生したバリを除去することが可能である。これらの回転ツールの取替えは人手で行うよりは、回転ツールは高温になっているため、むしろ回転ツールマガジンを設けて、自動でシーケンスを組んで行うとよい。

【0039】このように摩擦攪拌接合を用いて冷却板としてのスパッタリング用パッキングプレートを作製することにより、接合後の熱歪みが小さく、高品質のパッキングプレートの製造が可能となる。

【0040】本発明は、冷却板としてのパッキングプレート上にスパッタリング用ターゲット材を接合する冷却板の製造方法において、前述に記載の冷却板の製造方法によって製造することを特徴とするものである。

## 【0041】

【発明の実施の形態】(実施例1) 図1は、無酸素銅製、又5%以下のZrやCrを含む銅合金製の冷却板としてのパッキングプレートの概略正面である。パッキングプレートは本体1と蓋2からなる。本体1にはU字型の水路4が設けられ、蓋2は水路4を覆うものであり、蓋2と水路4の形状はU字形状の大きさが異なるが、同じ平面形状を有し、蛇行する形状である。他に、I字型、S字型等が好ましい。また蓋2のコーナー部は蓋2を本体1にはめ込みやすくするためにR部3が設けられている。蓋2は、本体1に対して段差によって受ける構造を有し、摩擦攪拌接合に際して回転ツール6の力を受けることができる。

【0042】本体1の大きさは、長さ1500mm、幅1200mm、厚さ15mm程度である。この図1の場合には、冷却用の水路4が5本ある。長さ1300mm、幅900mm、厚さ15mmに対しても同じくU字型水路4が4本設けられる。本実施例においては水路4は長さ1m当たり3本有する。各水路4は独立した、閉じた経路を有しており、各々の端部には接合後に冷却材の入り口と出口とが設けられて用いられる。I字、S字型のいずれにおいてもU字型と同様である。蓋2には、空気孔が端部に1個設けられている(図視せず)。空気孔を設けることによって蓋2の設置と接合が容易になった。

【0043】特に、本実施例では、閉じた水路4としての経路を持った溝が形成された本体1に対してその溝を塞ぐ蓋2を溝内に嵌め込んで接合するので、突合せ部の互いの広がりが無く、良好な接合返えられると共に、本体自身が一体のものであり、余分な接合のないで、面積に関係なく大面積でも薄型のコンパクトな冷却板が得られるものである。

【0044】図2はパッキングプレートの水路近傍の断面図である。本体1の内部には断面が矩形の水路4となる第1の溝が機械加工により施されており、その溝の上に水路4よりも断面空間が大きく、段差を有して第2の溝が形成され、その第2の溝の部分に蓋2がはめ込まれる。このとき本体1と蓋2はインロー構造になっており、インロー幅5はおよそ2.5mmである。また水路3の幅は約50mm、高さは5mm、さらに蓋2の高さは5mmで本体1にはめ込んだとき、同じ高さとなる。これらの形状または寸法はパッキングプレートのタイプにより異なり、本体1の平面形状もこのように角型のほか、丸型もある。従って、接合部の裏波は、水路6には入らず、健全な接合が得られる。接合後、パッキングプレートは接合側に曲

表1

接合方法	試験数(個)	不良率(%)
摩擦攪拌接合	126	0
電子ビーム溶接	60	5

【0049】表1に本方法による水路4のHeリークテスト

がりが生じたので、先端がI型を有する刃でプレス成形して曲がりを矯正し、その後研削と研磨を行った。

【0045】次に摩擦攪拌接合の実施例を述べる。摩擦攪拌接合はショルダー部7およびピン部8からなる回転ツール6を回転させながら接合材に挿入する。その後、回転ツール6を接合線に沿って移動させ接合する。本実施例では、ショルダー部7の直径は15mm、ピン部8の最大直径は8mmとし、回転ツール6の回転方向は左方向とした。また回転ツール6は接合進行方向とは逆方向に3度の角度で傾斜した場合と傾斜させない場合について回転数は1300rpm又は1500rpm、接合速度は270mm/min又は300mm/minであり、回転ツール6の中心線を接合開先から水路4とは逆方向に3.0mm又は1.5mmずらして前者又は後者にて実施した(オフセット3.0mm又は1.5mm)。

【0046】即ち、図3に示すように、回転ツール6を接合線に沿って、水路が左側に常に位置するように接合した。なお摩擦攪拌接合の場合、接合最終端に穴10ができるため、ダミー9を設けて、終端部とした。ダミー9はすべての蓋を本体と接合後に切断した。ここで重要なことは、回転ツール6の回転方向と水路と回転ツール6の進行方向の関係であり、すべてを左右逆としても問題はない。

【0047】図4は接合ビードの断面の顕微鏡写真を示す。接合ビードには欠陥はないが、回転ツール6を被接合材にやや挿入するため接合部は他の部分に比べてやや低くなる。しかし先にも述べたように、パッキングプレートの表面は平滑である必要があり、いずれにしても表面は機械研削するため、このような凹みは問題ない。また接合ビードが凹む分、バリとなってその部分の肉が外へ排出されるわけであるが、同様の理由で問題はない。ただしそのときの機械研削量は従来の溶接法の場合に比較して約1/4の半分以下の時間で可能な量となった。これは摩擦攪拌接合法による接合の熱歪みが、電子ビーム溶接の場合の約1/10と小さいことに起因し、接合後の反りの矯正や表面を平滑にするための切削の工程が大幅に短縮できたためである。又、接合ビードは図4に示す様に、左下の水路4の外側に形成されており、接合時の接合ビードが水路4に流失することなく健全な接合が得られることが明らかである。接合部はショルダー7の押圧によって凹みが出来るように行われる。又、回転ツールの始まりと終わりはいずれも接合部からはずれた位置を行った。

【0048】

【表1】

の結果を示す。リークテストは $1 \times 10^{-7}$ Paでの漏洩試験

であり、比較材として現用の方法すなわち電子ビーム溶接材を用いた。摩擦攪拌接合材では回転ツール6を2度傾けた場合と傾けない場合ともに不良率は0%で全数合格であったが、電子ビーム溶接材では不良率は5%と高い。この場合、漏洩部を再度補修せねばならず、補修のコストも考慮すると摩擦攪拌接合は非常にコストメリットが高い。

【0050】スパッタリング用ターゲットは、ロー付け、又は摩擦攪拌接合、電子ビーム接合の何れでも良く、蓋2の接合側及びその反対側のいずれでも良いが、接合側に設けることが好ましい。

【0051】(実施例2) 本実施例では、図1と同様のタイプのバッキングプレートの接合に関し、特にR部3についての接合例を説明する。回転ツール回転数、接合速度や回転ツール形状は実施例1と同じである。図5に示すように、まず回転ツール6を位置aに挿入した後、前述の条件でa→b→c→dの経路で接合し、終端部10はダミー9とした。次に再度回転ツール6を位置aに挿入した後、a→e→f→dの経路で接合し、終端部10は同様とした。このとき重要なことはR部3で回転ツール6は常に右に曲がるようになっていることである。これとは逆に回転ツールの回転方向が右回転のときは、回転ツールは常に左曲がりになるよう接合すればよい。いずれの場合も、接合部には欠陥は生じないが、まれに回転ツールの回転方向と回転ツールの曲がり方向が上述と逆になった場合、図6に示すような微細な欠陥がR部に生じることがある。ただしこの程度の大きさの欠陥は特に耐リーキ性には悪影響を及ぼさず、問題とはならない。本実施例でも、その他の構造と接合方法は前述と同様である。

【0052】接合において、本実施例では、R部3を有するが、直線によって形成する事が出来る。又、接合ビードは図6に示す様に、左下の水路4の外側に形成されており、接合時の接合ビードが水路4に流失することなく、更に、その裏波は本体内にあり、健全な接合が得られることが明らかである。

【0053】(実施例3) 本実施例では、図2に示したインロー幅5、回転ツール6の中心線の接合開先から水路4とは逆方向に離した距離(オフセット)について検討した。用いた回転ツール形状は実施例1、2と同じである。また接合条件も同様である。

【0054】

【表2】

インロー幅 w(mm)	オフセット x(mm)	W+x(mm)	ピン最大半径 r(mm)	接合部の様子
2.5	0	2.5	4.0	座屈
2.5	1	3.5	4.0	座屈
2.5	1.5	4.0	4.0	良好
1	0	1.0	4.0	座屈
2	0	2.0	4.0	座屈
3	0	3.0	4.0	座屈
4	0	4.0	4.0	良好

【0055】表2に示したように、健全な接合部を得るために、 $w+x \geq r$ であることが好ましい。即ち、形成された接合ビードが水路の外側にあることが求められる。又、接合がうまくいかなかった試料では、回転ツールから受ける荷重により蓋が座屈したことに原因がある。

【0056】(実施例4) 本実施例では、蓋の仮付けについて検討した。図7に仮付け部の断面の顕微鏡写真を示す。仮付けは、ショルダー直径が13mmでピン部のない回転ツールを用いて、回転ツール回転数1500rpmで、1つの蓋に対して12ヶ所行った。図7に示したように、仮付け部は深さ2mm程度接合されている。次に本接合を実施例1と同条件で行った。その結果、仮付けにより蓋は強固に固定されており、本接合は精度よく行われた。このように摩擦攪拌接合では接合材の強固な固定が重要であり、他の方法を用いとも確実かつ簡単に仮付けができることがわかった。

【0057】(実施例5) 本実施例は、本体および蓋の接合部近傍を局部的に厚い構造の突起を有するものである。図8に実施例の接合部近傍の拡大断面図を示す。前記本体1および蓋2の厚さが局部的に厚いことが

特徴であり、他の寸法等は実施例1に記載のものと変わらない。ここで局部的に厚い凸部11および12の幅は、前記回転ツール6のショルダー7の直径とほぼ同等かやや広い程度が望ましい。また局部的に厚い凸部11および12は、他の部分より0.3~2mm高いことが望ましい。接合後、接合部の高さは実施例1の場合のように低くならず、その後の表面切削工程が簡略化できる。本実施例でも、その他の構造と接合方法は前述と同様である。

【0058】(実施例6) 図9は水路がI型の構造のバッキングプレートの平面図である。また図10は水路近傍の断面図である。本体1および蓋2は無酸素銅である。本体1の大きさは、長さ1200mm、幅900mm、厚さ15mmであり、水路4は5本有り、幅40mm、高さ5mmである。またR部3はR=3mmであり、インロー幅5は5mmである。また接合条件、すなわち回転ツール形状、回転数および接合速度は実施例1と同じとし、オフセットはゼロとした。また回転ツール6は進行方向と逆に2°傾斜させた。本実施例でも、その他の構造と接合方法は前述と同様である。

【0059】本実施例では、前記水路4を気密にするため、蓋2の接合は2個の回転ツール6を用いて接合する。

まず蓋2は本体1にショルダーのみで構成される回転ツールで仮付けされる。継ぎに接合線a-a' とb-b' に沿って2個の回転ツール6を用いて同時に接合する。接合線a-a' とb-b' の距離はおよそ50mmと狭く、2つの回転ツール6は互いに干渉しないように間隔(L)を保持している。このときLは約200mmである。次にc-c' とd-d' 、e-e' とf-f' を順次接合する。次に接合線a-j、a'-j' を同時に接合する。このときR部のR=3mm、ピンの直径が8mmであり、R部3は互いに直行する2つの接合線で接合される。したがって前記接合は直線のみの接合で行うことが可能となり、前記接合装置の構成が簡略化され、装置の低コスト化が可能となった。また本実施例の場合も、接合の開始点および終了点はいずれもダミー9を用い、接合完了後にそれを切断した。

【0060】ところで本実施例では2個の回転ツールを用いて同時に接合するため、回転ツールと接合部で発生する摩擦熱は大きい。このため接合部の近傍およびパッキングプレートの全体と水路に冷却水を流しながら接合を行うことも試みた。接合条件は冷却水なしの場合とほぼ同等であるが、回転ツール回転数を2000rpmとした。これにより接合部から約4mm離れた部分の本体1の表面温度は100°C以下であり、接合後の熱歪みは水冷しない場合の約1/2となった。したがって接合後の歪みの矯正が必要となる。なお接合部の温度は約700°Cであり、その部分では水は沸騰しており、接合部内への水分の進入等はなく、欠陥の発生や機械的性質の低下はない。

【0061】(実施例7) 図11は逆S字型の水路4を有するパッキングプレートの平面図である。本体1及び蓋2は無酸素銅である。水路4と蓋2の平面形状は同じであるが、大きさが若干異なる。蓋2は一体のものである。本体1の大きさは、長さ1200mm、幅900mm、厚さ15mmであり、水路4は2本又は4本有り、幅40mm、高さ5mmである。またR部3はR=15mmであり、インロー幅5は5mmである。また接合条件、すなわち回転ツール形状、回転数および接合速度は実施例1と同じとし、オフセットはゼロとした。また回転ツール6は進行方向と逆に2°傾斜させた。本実施例では、TIG溶接によるR部接合を用い仮付けとした。まず蓋2を本体1にはめ込み、図11に太線で示した部分(TIG溶接部)をTIG溶接した。次に未接合部を回転ツール6を用いて摩擦攪拌接合した。このとき回転ツールの軌跡は、紙面上下方向のみとなり、接合装置としては紙面上下方向の制御のみの単純化された装置となり、設備の低コスト化を実現できる。

【0062】(実施例8) 図12はパッキングプレートの概略図である。本体1および蓋2は無酸素銅である。また図13は図12の接合部近傍の断面図である。本体1の形状や接合条件等は実施例7と同じである。又、蓋2には端部に空気孔が設けられており、U字型の一体のものである。本実施例では、回転ツール6の長寿命化について検討した。本体1は内部に冷媒が循環する水路を有

するヒートシンク14上に固定されている。また回転ツール6近傍には回転ツール6を冷却する冷却装置15があり、冷却ガス16を回転ツール6に吹き付けるようになっている。接合中、回転ツール6の表面温度は400°C程度まで昇温することがわかっている。回転ツール6を回転するモーターまたはスピンドルはこのように高い温度にさらされると不具合を起こす。出力5kWのモーターを使用した場合、回転ツール6からの熱伝達によりスピンドルの温度は上昇し、冷却装置15がない場合には安全装置が働きモーターが停止することがしばしば発生した。

【0063】冷却ガス16はエアーの他、不活性ガスでもよく、また流量は10L/minとした。冷却装置15を用いることにより、回転ツール6の表面温度は約150°Cとなり、回転ツール6の損傷防止が可能となった。またパッキングプレートは製造後に水路4内に水分等が残った場合、その後の搬送時等にその水分が製品として使用する面に付着し表面汚れを発生する可能性があり、水中での摩擦攪拌接合に供せない場合がある。この場合には、低歪み化の手法として、これとは別のヒートシンク14を用いた。ヒートシンク14中には常に20°Cの冷媒が循環されており、摩擦攪拌接合による熱歪みを水中で行った場合と同様に小さくすることが可能であった。また本実施例では、すべての接合をNC制御で行った。接合は1つの水路あたり1本の回転ツールを用いて行った。

【0064】図12の左の蓋の接合の手順は以下の通りである。まず回転ツール6をダミー9に挿入後、前記接合条件でd→f→e→a→b→c→dの順に回転ツールを移動し、終端部10はダミー9上にした。これらの回転ツール6の軌跡は、図示していないNC制御器を用いて行った。次にツールマガジン17にある予備の回転ツール6に回転ツールを取り替える。そして次の蓋の接合を行う。回転ツールを蓋毎に取替えて接合を行うことにより、回転ツールマガジン17内で回転ツールは冷却され、回転ツールの負荷が軽減される。すべての蓋の接合が終了した段階で、次にツールマガジン17内にある切削用のツール18に取替え、パッキングプレートの加工した側の面を平滑化した。このような一連のプロセスはすべてシーケンスを組んで、まったく自動化されている。

【0065】従来の製造手法では、①パッキングプレートの洗浄(その後の電子ビーム溶接では真空中で行うため、汚れを除去する必要があるため)、②電子ビーム溶接用の治具へのパッキングプレートの固定、③真空引き、④電子ビーム溶接、⑤真空リーカーと治具からの取り外し、⑥接合歪み取り熱処理、⑦切削加工による平滑化と複雑な工程であった。本発明の如き手法によれば、これら一連のプロセスが一つの装置のみでツールを取り替えて行え、また接合歪み取り熱処理も必要ないことから、あたかも溶接が機械加工の延長線上となる機械加工プロセスとして理解でき、生産性が高く、製造コストの大幅低減が可能となった。

【0066】(実施例9)図14は蓋をパッキングプレートと同じ形状にした断面図である。本体1及び蓋2は無酸素銅である。本体1の厚さは10mmであり、水路4は幅30mm、高さ5mm、間隔15mmである。また蓋2は、複数ある水路すべてを覆い、接合は蓋2と本体1の重ね接合となる。水路の形状は前述の実施例と同じく、いずれも閉じた経路のものが用いられる。従って、各水路に対して1個の空気孔が水路の端部に設けられる。回転ツール形状はショルダー部7の直径は14mm、ピン部8の最大直径は8mm、長さ7mmとし、回転数および接合速度は実施例1と同じとし、隣り合う水路の中間部を接合した。また回転ツール6は進行方向と逆に2°傾斜させた。

【0067】本実施例では、接合形態がこれまでの突合せ接合ではなく、重ね接合であるが、いずれの接合箇所にも欠陥は発生せず、また接合時の熱変形も小さく製造可能であった。すなわち縫ぎ手形状によらず本プロセスによりパッキングプレートは製造可能である。本実施例における接合は、水路の平面形状に合わせてパッキングプレートの全周と、各水路間の全部について行った。ダミーを設けた接合も同様に行うことが出来る。接合後のプレス成形、研削、研磨も前述と同様に行うことが出来る。

【0068】(実施例10)図15は長尺のパッキングプレートに水路4が縦長のM字型に形成された平面図である。本体1及び蓋2は無酸素銅である。本体1は長さ2000mm、幅300mm、厚さ15mmであり、水路4は幅30mm、高さ5mm、間隔15mmである。また蓋2は、水路と同じ平面形状を有し、長さ及び幅共に水路4より若干大きく形成され、断面は実施例1と同様である。接合は蓋2と本体1の突合せ接合となる。水路の形状は前述の実施例と同じく、いずれも閉じた経路のものが用いられる。又、水路に対しては1個の空気孔が水路の端部に設けられる。回転ツール形状はショルダー部7の直径は14mm、ピン部8の最大直径は8mm、長さ7mmとし、回転数および接合速度は実施例1と同じとし、隣り合う水路の中間部を接合した。また回転ツール6は進行方向と逆に2°傾斜させた。

【0069】本実施例では、接合形態がこれまでの突合せ接合と同様であり、接合は欠陥が発生せず、また接合時の熱変形も小さく製造可能であった。接合ビードの終端部は接合部以外に設けた。又、ダミーを設けた接合も

前述と同様に行うことが出来る。接合後のプレス成形、研削、研磨も前述と同様に行うことが出来る。

#### 【0070】

【発明の効果】本発明によれば、摩擦攪拌接合による健全な接合を有する冷却板が得られ、その結果、パッキングプレートは、冷却効率が高く、熱歪みが小さく、薄型で、大面積形状で、高品質のパッキングプレートが得られるものである。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係るパッキングプレートの平面図。

【図2】 本発明の図1の部分断面図。

【図3】 本発明の図1の回転ツールの移動を示す平面図。

【図4】 本発明の摩擦攪拌接合後の断面の顕微鏡写真。

【図5】 本発明の回転ツールの移動を示す平面図。

【図6】 本発明の摩擦攪拌接合後の断面の顕微鏡写真。

【図7】 本発明の摩擦攪拌接合後の断面の顕微鏡写真。

【図8】 本発明の本体と蓋との接合部に突起を設けて接合する断面図。

【図9】 本発明に係るパッキングプレートの平面図。

【図10】 本発明の図9の部分断面図。

【図11】 本発明に係るパッキングプレートの平面図。

【図12】 本発明に係るパッキングプレートの平面図。

【図13】 本発明の図12の部分断面図。

【図14】 本発明に係るパッキングプレートの部分断面図。

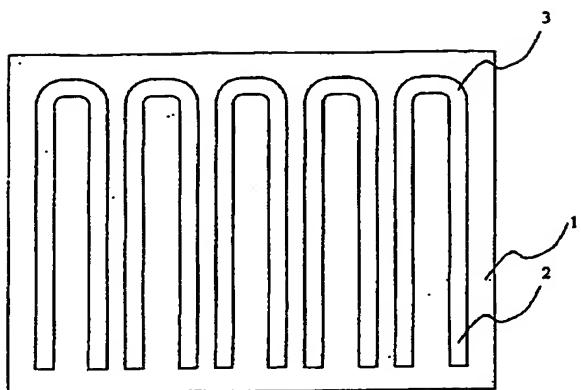
【図15】 本発明に係るパッキングプレートの平面図。

#### 【符号の説明】

1…本体、2…蓋、3…R部、4…水路、5…インロー幅、6…回転ツール、7…ショルダー、8…ピン、9…ダミー、10…終端部、11…凸部、12…凸部、13…TIG溶接部、14…ヒートシンク、15…冷却装置、16…冷却ガス、17…ツールマガジン、18…研削用ツール。

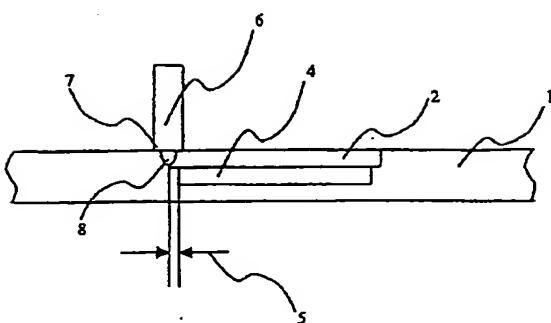
【図1】

図1



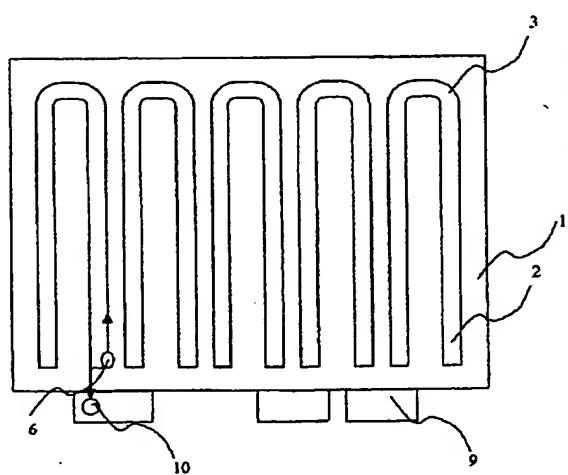
【図2】

図2



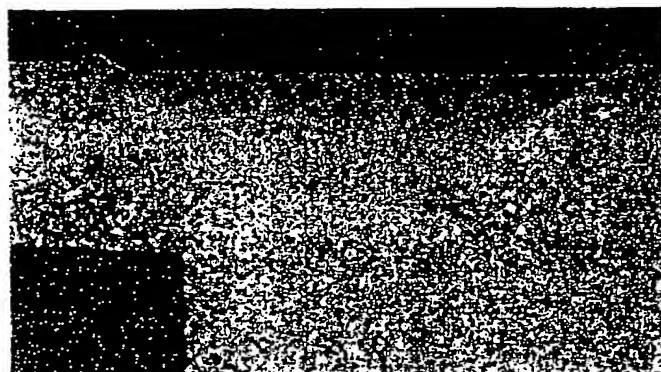
【図3】

図3



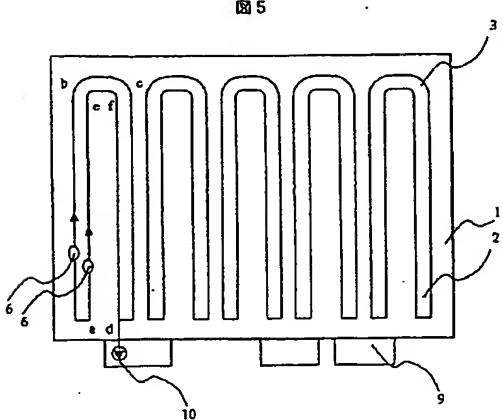
【図4】

図4



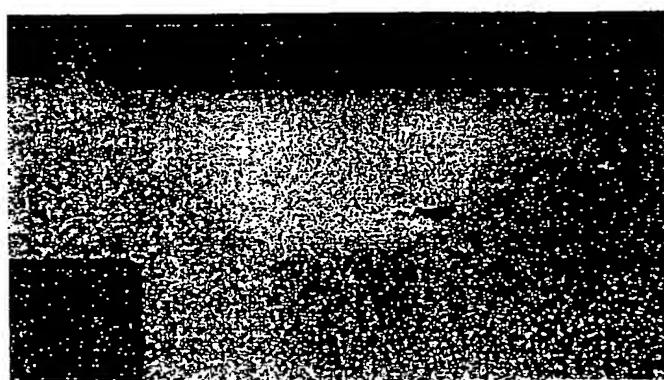
【図5】

図5



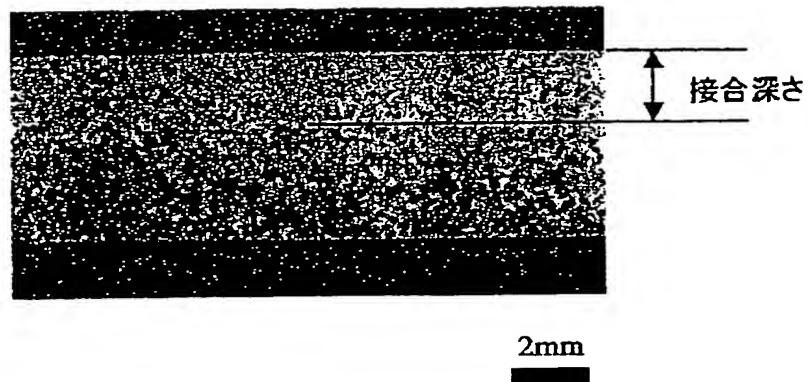
【図6】

図6



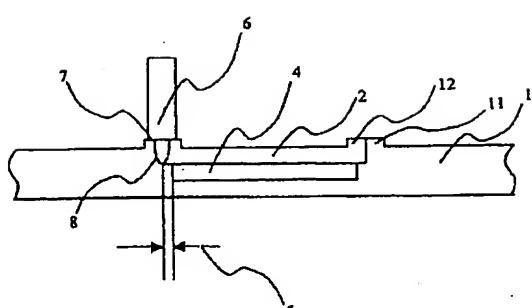
【図7】

図7



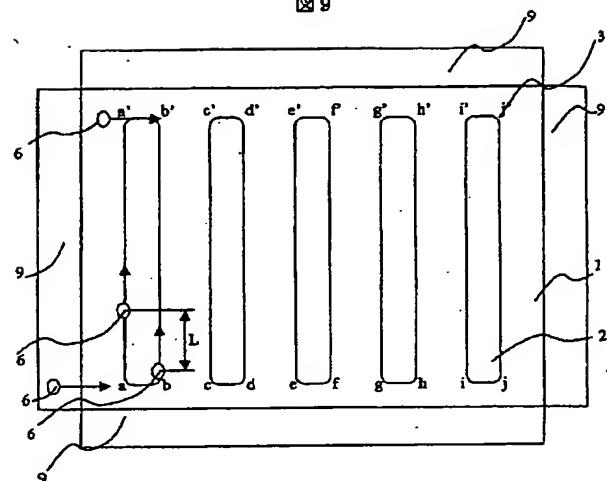
【図8】

図8



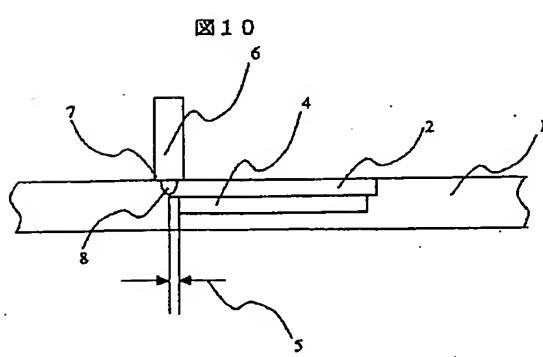
【図9】

図9



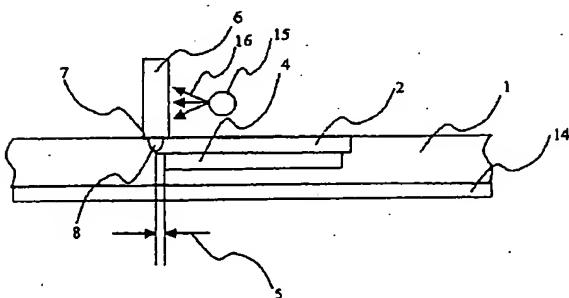
【図10】

図10



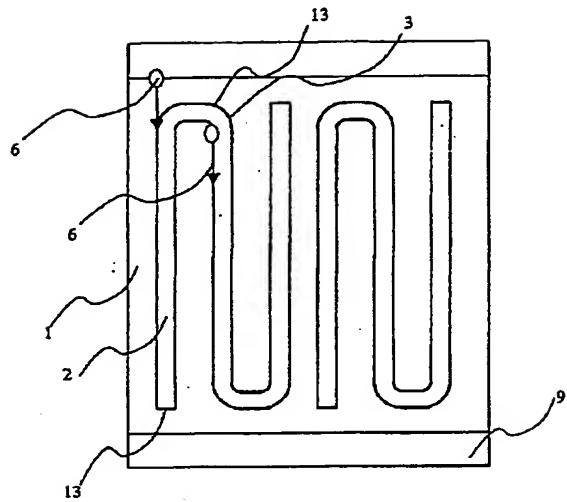
【図13】

図13



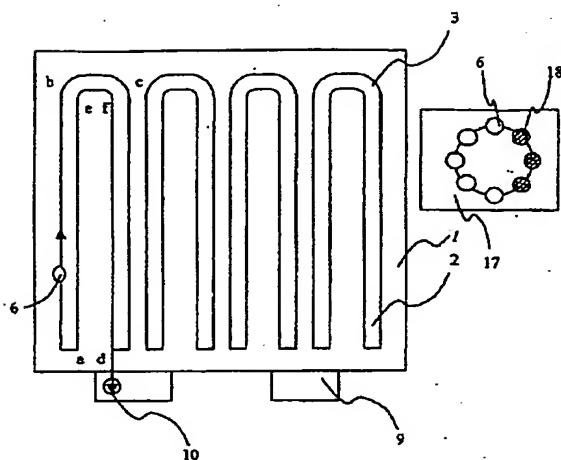
【図11】

図11



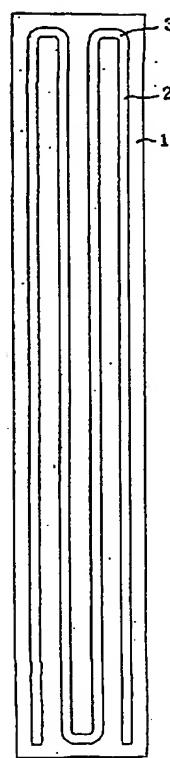
【図12】

図12



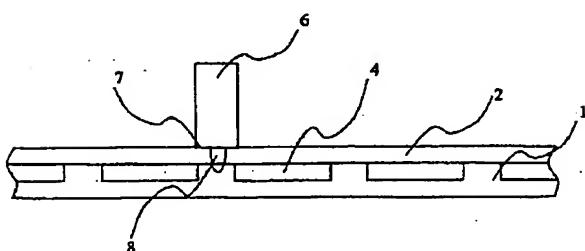
【図15】

図15



【図14】

図14



## フロントページの続き

(72)発明者 土井 昌之  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 平野 聰  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 青田 欣也  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 岡村 久宣  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 青野 泰久  
茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 香川 学  
茨城県土浦市木田余町3550番地 日立電線  
株式会社土浦工場内

Fターム(参考) 2H092 MA05 MA35  
4E067 AA05 AA07 BG00 DA13 DC05  
DC07 EB00  
4K029 CA05 DC21

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record

## BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT OR DRAWING
- BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- GRAY SCALE DOCUMENTS
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- REPERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox**